

Л. Н. Москальчук, зав. лабораторией ОИЭЯИ-Сосны НАН Беларуси;  
Т. Г. Матюшонок, науч. сотрудник ОИЭЯИ-Сосны НАН Беларуси

## РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

In the paper the technological scheme of production of organomineral substratums based on peat, sapropel and hydrolyzed lignin is presented. The results of the research on quality indexes and ecological safe of the mixtures and grounds are adduced. It is defined that the organomineral mixture «Universalnaya» can be a good substratum for cultivation of flowers and decorative plants in the greenhouses and home conditions.

Значимость земледелия выходит далеко за рамки простого выращивания сельскохозяйственных культур для производства пищевых продуктов. Во всей цепи производства пищевой продукции происходят процессы, которые оказывают воздействие на окружающую среду и, следовательно, прямо или косвенно на здоровье человека. Например, широкое использование минеральных удобрений и пестицидов, применение неправильных методов дренажа и ирригации, высокий уровень механизации и др. приводят к экологической деградации почв [1].

Процессы деградации почв, такие как опустынивание, эрозия, снижение содержания органического вещества, загрязнение химикатами, тяжелыми металлами, уплотнение и засоление, могут привести к утрате способности почв выполнять свои основные функции. В число мер по предотвращению деградации почв входит ведение органического земледелия, защитная обработка почвы, использование безопасных видов пестицидов и др. [1].

Общезвестно, что в последнее время органическое земледелие приобретает все большее распространение, так как практически во всех государствах мира отмечается катастрофическая потеря органического вещества в почвенном покрове земли. Количество сельскохозяйственных земель в ряде европейских стран, на которых осуществляется ведение органического земледелия, возрастает из года в год.

Органическое сельское хозяйство – это сельскохозяйственная система, основанная на экологическом, социально и экономически обоснованном производстве продуктов питания [2]. В этой системе плодородие почвы является ключом к успешному производству. Органические фермеры, используя природные особенности растений и ландшафтов, стремятся оптимизировать качество во всех аспектах сельского хозяйства и окружающей среды. При этом в органическом сельском хозяйстве не используются химические удобрения, пестициды и фармацевтические препараты [2].

Из-за общего загрязнения окружающей среды нельзя гарантировать полной чистоты продукции. Чтобы свести к минимуму загрязнение

воздуха, почвы и воды, используются органические методы сельского хозяйства.

Значение органических удобрений в сельском хозяйстве трудно переоценить. Мнение в оценке их как в нашей стране, так и за рубежом однозначно: органические удобрения существенно влияют на накопление гумуса в почве. Добиться систематического повышения плодородия почвы и роста продуктивности сельскохозяйственных культур можно только при постоянном применении органических удобрений в требуемых нормах.

Органические удобрения – это источник воспроизводства гумуса в почвах и важнейшее средство регулирования агрохимических и физико-химических свойств почв [3]. Ценность органических удобрений заключается в большом содержании питательных веществ, и прежде всего азота, фосфора, калия, кальция, магния и ряда микроэлементов, которые находятся в легкоусваиваемых для растений формах. Поэтому при использовании органических удобрений пополняется запас подвижных питательных элементов в почве, что служит важным условием улучшения круговорота макро- и микроэлементов в системе «почва – растение» [4].

Традиционных органических удобрений, компостов на основе торфа, навоза не хватает, поэтому в настоящее время ведется поиск и разработка новых видов органических и органоминеральных удобрений. В этой связи для Республики Беларусь важное значение приобретает разработка органоминеральных субстратов, полученных на основе местного природного органического сырья и отходов промышленного производства. К такому сырью в республике следует отнести торф, сапропели и многотоннажные отходы гидролизной промышленности – гидролизный лигнин.

Наиболее известным органическим сырьем в мировой сельскохозяйственной практике являются различные типы торфов (верховой, низинный и переходный). В настоящее время на их основе приготавливаются разнообразные составы тепличных грунтов, почвогрунтов, смесей, субстратов и т. д. Торф содержит большое количество органического вещества (до 90%), характеризуется значительной водо-

удерживающей способностью, богат макроэлементами, физиологически активен [5, 6].

Весьма перспективным компонентом почвогрунтов, органоминеральных смесей и др. могут быть сапропели – вещества биогенного происхождения, образующиеся на дне пресноводных озер из растительных и животных остатков в результате микробиологических процессов, протекающих при недостатке кислорода. В состав сапропелей входит комплекс основных веществ, необходимых для питания и развития растений: азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, микроэлементы, витамины и другие биологически активные вещества. Основную часть органического вещества сапропелей, главным образом, составляют гуминовые кислоты – 15–20% [7, 8].

Как известно, в Беларуси в результате многолетнего функционирования гидролизных заводов к настоящему времени объем накопившихся в отвалах отходов гидролизного лигнина составляет более 6 млн. тонн. Поэтому проблема использования гидролизного лигнина в качестве вторичного материального ресурса приобретает не только экономическое, но и экологическое значение. По своим агрохимическим свойствам гидролизный лигнин приближается к верховому торфу, улучшает структуру почв, пористость и другие физико-химические свойства, увеличивает ее поглотительную способность [9, 10].

Успех выращивания растений в открытых и закрытых условиях зависит от правильно подобранного субстрата или почвогрунта, составленного из разных компонентов. Субстрат считается хорошим, если он содержит достаточно минеральных и органических веществ, обладает воздухо- и водопроницаемостью, теплопроводностью, он должен быть оптимально влагоемким, чтобы растворенные в воде вещества использовались не сразу, а постепенно.

Следует отметить, что создание субстратов, содержащих основные питательные элементы (азот, фосфор, калий), микроэлементы, необходимые для роста и развития растений, крайне важно, так как Республика Беларусь обладает значительными запасами высококачественного органического сырья природного происхождения. Одновременно будет решаться проблема утилизации гидролизного лигнина, который может быть использован в качестве компонента таких субстратов. Так, одним из вариантов субстратов на основе торфа, сапропелей и гидролизного лигнина являются органоминеральные смеси.

Различные растения предъявляют неодинаковые требования к условиям произрастания, главным образом к уровню кислотности (рН) субстрата, который в условиях горшечных культур и закрытого грунта является лимити-

рующим фактором. С учетом такой требовательности цветочных культур [11] были разработаны пять составов органоминеральных смесей при различном соотношении компонентов. Данные смеси предназначены для использования в качестве искусственного почвенного субстрата при выращивании в теплицах, оранжереях и домашних условиях цветов и декоративных растений. Смеси делятся на «Универсальную» (слабокислую) и «Специальную» (сильнокислую, среднекислую, нейтральную и щелочную).

Технологический процесс производства данных органоминеральных смесей состоит из следующих этапов:

1. Подготовка сырья. На данном этапе проводятся операции, связанные с размещением, просеиванием и очисткой от посторонних включений и других примесей поступающего сырья, а также контроль его качества.

2. Загрузка очищенного органического сырья в бункеры-дозаторы. В зависимости от технологии изготовления и состава намеченной к производству смеси бункеры-дозаторы в определенной последовательности заполняются сырьем.

3. Дозированная подача и механическое смешение компонентов в роторно-шнековом смесителе. При помощи специального дозирующего устройства осуществляется дозированная подача каждого компонента (в определенном процентном соотношении), а затем их принудительное смешение. После этого готовая органоминеральная смесь по движущемуся транспортеру подается в бункер – накопитель готовой продукции.

4. Упаковка готовых органоминеральных смесей. На данном этапе происходит перемещение объема готовой смеси на участок затаривания продукции. Фасовка готовой продукции включает операции, связанные с подготовкой пакетов для заполнения смесью, заполнение пакетов с помощью мерной емкости и их запайку.

С целью оценки качества и экологической безопасности, а также соответствия значений показателей качества заложенному интервалу значений был изготовлен опытный образец органоминеральной смеси «Универсальная» (слабокислая).

В настоящее время на рынке Республики Беларусь представлены почвогрунты, органические удобрения, субстраты и другая продукция для выращивания овощей, цветов и декоративных растений как отечественных, так и зарубежных производителей. Но большинство из них не обладают оптимальными для роста и развития растений свойствами. Поэтому для сравнительной оценки также были отобраны почвогрунты и смеси на основе органического и минерального сырья различных производителей Беларуси и России. Характеристика почвогрунтов и смесей представлена в табл. 1.

## Характеристика объектов исследований

Объект исследования	Изготовитель	Характеристика
Почвогрунт «Найдянка»	ЧУП «Плодородное», г. Житковичи, Гомельская обл.	На основе сапропеля смешанного типа, торфа низинного с комплексом минеральных питательных веществ
Почвогрунт «Аленький цветочек»	ООО «Карио», д. Селище, Минский р-н	На основе биогумуса, выработанного калифорнийскими червями с использованием ЭМ-технологии (рН = 5,8–6,2)
Смесь органоминеральная «Сапропит»	ЧУП «Плодородное», г. Житковичи, Гомельская обл.	Состоит из натуральных растительных компонентов (сапропель, низинный торф и др.) (рН = 4,0–6,0, $C_{ОВ}$ = 60–95%)
Почвогрунт универсальный «TERRAVITA»	ЗАО МНПП «ФАРТ», г. Санкт-Петербург, Россия	Продукт переработки промышленной популяцией дождевых червей навоза крупного рогатого скота и других органических субпродуктов с добавлением природных структурирующих компонентов (рН = 5,8–7,0)
Сбалансированный грунт «Ботаник»	МПОДО «Кетан», г. Минск	Наличие основных элементов питания растений, высокое содержание органического вещества, природная микробиологическая среда (рН = 5,8–6,2, $C_{ОВ}$ > 50%)
Смесь органоминеральная «Универсальная» (слабокислая)	ИП «Ферт Эко», г. Минск	На основе природного органоминерального сырья (торф, сапропель) и промышленных отходов (гидролизный лигнин) (рН = 5,1–5,5, $C_{ОВ}$ > 50%)

Исследования проводились по следующим показателям качества и экологической безопасности:

- кислотность солевой вытяжки (рН<sub>КСИ</sub>);
- массовая доля органического вещества ( $C_{ОВ}$ );
- удельная активность радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ ;
- содержание тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd).

Кислотность солевой вытяжки исследуемых образцов определяли на иономере ЭВ-74 [12].

Массовую долю органического вещества определяли путем сжигания исследуемых образцов в муфельной печи типа SNOL-7.2/1100 [13].

Определение удельной активности радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  осуществляли с помощью гамма-радиометра РУГ-91М1 «АДАНИ», который позволяет проводить измерения в питьевой воде, продуктах питания, почвах, а также любых других объектах окружающей среды [14].

Содержание тяжелых металлов в валовой и подвижной формах определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре марки С-115 ПКС [15].

Результаты исследований по определению уровня кислотности и содержания органического вещества представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Уровень кислотности и массовая доля органического вещества

Объект исследования	рН <sub>КСИ</sub>	$C_{ОВ}$ , %
Почвогрунт «Найдянка»	4,98	64,0
Почвогрунт «Аленький цветочек»	7,45	18,6
Смесь органоминеральная «Сапропит»	4,25	54,9
Почвогрунт универсальный «TERRAVITA»	5,86	65,3
Сбалансированный грунт «Ботаник»	6,26	39,8
Смесь органоминеральная «Универсальная» (слабокислая)	5,47	68,3

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  и содержание тяжелых металлов

Объект исследования	Удельная активность $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг	Содержание, мг/кг							
		Zn		Cu		Pb		Cd	
		Подв.	Вал.	Подв.	Вал.	Подв.	Вал.	Подв.	Вал.
Почвогрунт «Найдянка»	700	14,7	18,2	–	4	1,1	5,2	0,3	0,5
Почвогрунт «Аленький цветочек»	1100	5,3	27,3	0,8	4,8	2,4	8,7	0,3	0,6
Смесь органоминеральная «Сапропит»	552	9,8	25,8	0,6	3,8	5,1	7	0,4	0,5
Почвогрунт универсальный «TERRAVITA»	436	10	18,9	0,6	7,1	–	3,8	–	0,4
Сбалансированный грунт «Ботаник»	572	–	8,02	0,8	1,9	–	4,9	–	0,3
Смесь органоминеральная «Универсальная» (слабокислая)	552	17,3	18,9	0,9	3	5,3	7,5	0,4	0,6

Значения кислотности солевой вытяжки ( $\text{pH}_{\text{КС}}$ ) исследованных образцов попадают в допустимые интервалы, установленные производителями продукции, для следующих образцов: смесь органоминеральная «Универсальная», смесь органоминеральная «Сапропит», почвогрунт универсальный «TERRAVITA». Значения кислотности для образцов почвогрунта «Аленький цветочек» и «Ботаник», полученные в ходе исследований, превышают установленный интервал. Причем наибольшее превышение наблюдается для почвогрунта «Аленький цветочек», так как значения кислотности, полученные в результате испытаний, соответствуют щелочной среде, хотя производителем установлен уровень pH, соответствующий слабокислой или нейтральной среде (5,8–6,2).

Наибольшее содержание органического вещества имеют следующие образцы: смесь органоминеральная «Универсальная» (слабокислая) (68,3%), почвогрунт «Найдянка» (64,0%) и почвогрунт универсальный «TERRAVITA» (65,3%). Наименьшее содержание органического вещества характерно для почвогрунта «Аленький цветочек» (18,6%). Для органоминеральной смеси «Сапропит» и грунта «Ботаник» полученные значения массовой доли органического вещества не соответствуют интервалу значений, установленному производителем.

Результаты исследований по определению удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  и содержанию тяжелых металлов представлены в табл. 3.

Значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ , полученные при исследовании почвогрунтов и органоминеральных смесей, не превышают установленного предельно допустимого уровня (2000 Бк/кг) [16].

Данные, представленные в табл. 3, показывают, что содержание тяжелых металлов в исследованных образцах не превышает предельно допустимых значений, установленных для под-

вижных форм и составляющих 3 мг/кг для Cu, 23 мг/кг для Zn, 20 мг/кг для Pb, 1,5 мг/кг для Cd [17].

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что опытный образец органоминеральной смеси «Универсальная» (слабокислая) отличается от остальных образцов наибольшим содержанием органического вещества. Полученное значение кислотности (5,5) соответствует установленному производителем интервалу значений. С точки зрения удельной активности радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  и содержания тяжелых металлов данная смесь является экологически безопасной, так как полученные результаты не превышают предельно допустимых значений.

В связи с этим преимуществами органоминеральной смеси «Универсальная» (слабокислая) по сравнению с другими является присутствие в качестве компонентов природного органического и минерального сырья, наличие необходимых для растений основных питательных элементов (азота, фосфора и калия), микроэлементов, витаминов и биологически активных веществ. Поэтому данная смесь будет являться хорошим субстратом для выращивания цветов и декоративных растений в теплицах, оранжереях и домашних условиях.

## Литература

1. Возникновение рисков, связанных с окружающей средой и новыми технологиями // Второй глобальный форум ФАО/ВОЗ сотрудников органов по обеспечению продовольственной безопасности: Докл., подготовленный секретариатом ФАО/ВОЗ, 12–14 окт. 2004 г. – [Электрон. ресурс]. – Бангкок, Таиланд, 2004. – Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/meeting/008/j3255r/j3255r00.htm>.

2. Хаиландт Т., Жиряева Е. Стандарты органического сельского хозяйства // Стандарты и качество. – № 9. – 2005. – [Электрон. ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://www.pitanie-conf.ru/main.php?!d=376>.
3. Шкарда М. Производство и применение органических удобрений / Пер. с чеш. З. К. Благовещенской. – 1985. – 364 с.
4. Производство местных органических удобрений / Пер. с нем. А. Н. Кулюкина. – М.: Колос, 1983. – 56 с.
5. Торф в сельском хозяйстве нечерноземной зоны: Справочник / В. Н. Ефимов, И. Н. Донских, Л. М. Кузнецова и др. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
6. Органические удобрения в интенсивном земледелии // Под ред. В. Г. Минеева. – М.: Колос, 1984. – 303 с.
7. Кирдун Е. А., Василюк Г. В., Тикавый В. А. и др. Предложения о комплексном использовании сапропелей в качестве удобрений и для нейтрализации кислотности почв. – Мн.: БелНИИ-ПА, Институт торфа АН БССР, 1988. – 16 с.
8. Сапропели – ценное органическое удобрение / Под ред. П. Н. Головача. – Мн.: Ураджай, 1981. – 135 с.
9. Тикавый В. А., Осинковский А. Г., Гребень В. В., Юшкевич И. А. Органические удобрения на основе гидролизного лигнина и их использование в сельском хозяйстве. – Мн.: Асвета, 1983. – 132 с.
10. Чудаков М. И. Промышленное использование лигнина. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 156 с.
11. Бедрна З. О почве для садоводов-любителей / Пер. со словац. Г. В. Буковой. – Мн.: Ураджай, 1988. – 160 с.
12. ГОСТ 11623-89. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Методы определения обменной и активной кислотности. – М.: Госстандарт СССР: Издательство стандартов, 1989. – 6 с.
13. ГОСТ 27753.10-88. Грунты тепличные. Методы определения органического вещества. – Введ. 23.12.88. – М.: Госстандарт СССР: Издательство стандартов, 1989. – 4 с.
14. Методика экспрессного радиометрического определения по  $\gamma$ -излучению объемной и удельной активности радионуклидов Cs в воде, почве, продуктах питания, продукции животноводства и растениеводства: [введ. 1.01.92.] – Мн.: Наука, 1992. – 85 с.
15. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. – М.: Промиздат, 1989. – 53 с.
16. Временные критерии по оценке уровня содержания радионуклидов в продукции сельскохозяйственного назначения на основе торфа, сапропеля, бурого угля, биогумуса: [утв. Академиком – секретарем Отделения химических и геологических наук НАНБ И. И. Лиштваном 8.10.97]. – Мн., 1997. – 143 с.
17. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: СанПиН 11 63 РБ 98: [введ. 1.01.98]. – Мн., 1998. – 157 с.